

大阪工業大学工学部 学生員 ○大内 佑二  
 大阪工業大学工学部 学生員 齋藤 好信  
 大阪工業大学大学院 学生員 森 浩亮  
 大阪工業大学工学部 正会員 岩崎 義一

### 1.背景

京都議定書では我が国の温室効果ガスを 1990 年度比で 2012 年までに 6%削減することが定められている。1990 年度の二酸化炭素（以下、CO<sub>2</sub>）排出量は 1 億 2,500 万 t であり削減目標の 6%は 7,500 万 t にあたる。エネルギー転換部門の CO<sub>2</sub> 排出割合は 30.4%と高い割合であり、その内の 59%が CO<sub>2</sub> 排出量の多い化石燃料発電によるものである（図 1）。

このような背景のもと、現在、環境に配慮した新エネルギーが注目されており、新エネルギーには風力、太陽光、バイオマスエネルギー（廃棄物を含む）、地熱がある。この

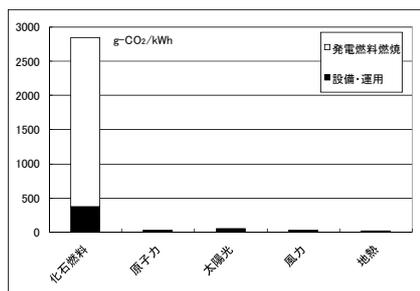


図 1 電源別 1kWh 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量

中でも循環型社会が形成され地域を問わず発電ができるバイオマスエネルギーは特に注目されており、バイオマスエネルギーの普及が重要視されている。

### 2.目的

本研究では、化石燃料発電からバイオマス発電へのシフトをさせるための政策評価を行うことを目的とする。そのために、産業連関表を用いて応用一般均衡モデル（以下、CGE モデル）を作成し、バイオマス発電の普及にともなう経済効果を評価する。

### 3.バイオマス発電の現状

バイオマスエネルギーは電力変換の他に、たい肥や熱変換などの利用方法があるが、現在最も多く利用されているのは電力変換である。バイオマス発電に用いられる燃料はほとんどが廃棄物として焼却処分されている都市ゴミや間伐材、家畜ふん尿などの有機性物質である。バイオマスエネルギーの利点は、貯蔵性・代替性のあるエネルギーである、有機性物

質を有効利用できる（カーボンオフセット）、循環型社会の形成が可能である、という 3 点が挙げられる。現状では、バイオマス発電の普及が進むように電力変換効率の上昇や、市町村での循環型社会形成が研究されている。

現在既存するバイオマス発電施設は小規模であり燃料の運搬・収集コストの割に発電量が少ないため電力単価が高いということから普及が進んでいない

（図 2）。そこで、電力単価を安くしバイオマス発電を普及させるためには、バイオマス発電施設の規模を拡大させ、発電量を増やさなければならない。その為には、これまでより多くの有機性物質を回収する

必要があり、これらの運搬・収集にかかるコストを下げる必要があるのではないかと考えられる。

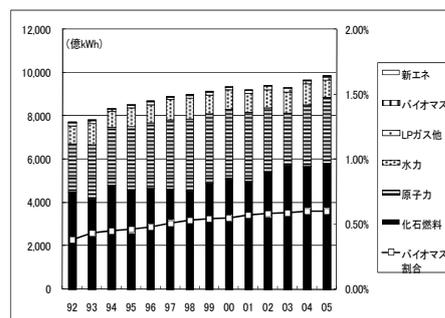


図 2 全電力量の推移

### 4.効用最大化の評価と CO<sub>2</sub>削減の CGE モデル構築

#### (1)モデルの仮定と基本構造

本研究で用いるモデルの経済システムには「企業」「家計」「政府」を基本的な経済主体と想定している。本研究では 2000 年の全国、各地方の産業連関表を用い、計 9 部門に統合した。また、「電力」部門を 2005 年度の発電割合（化石燃料 59%、原子力 31%、水力 8%、LP ガス 1%、バイオマス 0.6%、その他新エネ 0.4%）で按分している。

モデルの仮定は、企業は家計から提供される生産要素および企業が生産する中間投入財を投入し、財の生産を行う。そして政府に間接税を支払う。家計は企業に生産要素を提供して所得を受け取る。その所得を企業が生産した財、余暇の消費に用いる。そ

して直接税を政府に支払う。政府は企業・家計から税を徴収し、それをもとに企業が生産した財を消費し、バイオマス発電産業と運搬・収集産業に補助を行う。

(2)企業の行動

企業は生産技術下のもとで費用最小化行動を行う。その行動モデルを以下の図に示すように二段階の最適化行動をとるものとして定式化する。

(3)家計の行動

家計は所得制約のもとで効用最大化行動を行う。家計の行動モデルを以下の図に示すように三段階の最適化行動をとるものとして定式化する。

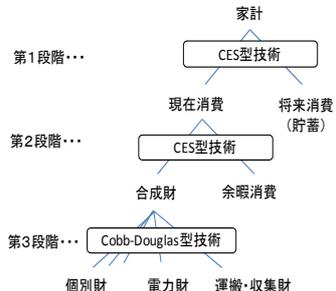
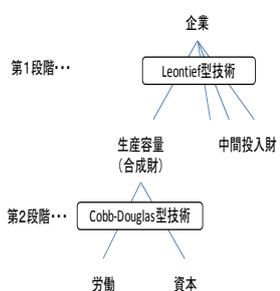


図3 企業の行動モデル

図4 家計の行動モデル

表1 企業行動モデル

第1段階	第2段階
$\min C_m = c_m PC_m + p_m x_m^m$ $s.t. y_m = \min\left(\frac{PC_m}{\alpha_m^c}, \dots, \frac{x_m^m}{\alpha_m^m}, \dots\right)$	$\min C_m = wL_m + rK_m$ $s.t. PC_m = \eta_m L_m^{\alpha_L} K_m^{\alpha_K} (=1)$
$PC_m = \alpha_m^c y_m$ $x_m^m = \alpha_m^m y_m$ $C_m = \left[ c_m \alpha_m^c + \sum p_m \alpha_m^m \right] y_m$	$DL_m = \frac{1}{\eta_m} \left( \frac{r \alpha_L^L}{w \alpha_K^K} \right)^{\frac{1}{\alpha_L}}$ $DK_m = \frac{1}{\eta_m} \left( \frac{w \alpha_L^L}{r \alpha_K^K} \right)^{\frac{1}{\alpha_K}}$
$C_m$ : 生産費用 $\alpha_m^c$ : 付加価値率 $\alpha_m^m$ : 投入係数 $y_m$ : 総生産 $c_m$ : 生産容量の単位費用 $PC_m$ : 生産容量 ただし、 $\sum \alpha_m^c + \alpha_m^m = 1$	$\eta_m$ : 生産効率パラメータ $\alpha_L^L$ : 労働分配パラメータ $\alpha_K^K$ : 資本分配パラメータ $L_m$ : 労働投入量 $K_m$ : 資本投入量 $C_m$ : 生産費用 $DL_m$ : 単位生産容量あたりの労働需要量 $DK_m$ : 単位生産容量あたりの資本需要量

表2 家計行動モデル

第1段階	第2段階	第3段階
$\max. V = \left( \frac{1}{\alpha_1^1 u_1^1 \sigma} + \frac{1}{\alpha_2^1 u_2^1 \sigma} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ $s.t. [(w\Omega + rK_m) - T_0] = p_{V_1} u_1 + p_{V_2} u_2$ $u_1 = \frac{\alpha_1^1 [(w\Omega + rK_m) - T_0]}{p_{V_1}^{\frac{1}{\sigma}} \Delta_1}, u_2 = \frac{\alpha_2^1 [(w\Omega + rK_m) - T_0]}{p_{V_2}^{\frac{1}{\sigma}} \Delta_1}$ $V = I_H \Delta_1^{\frac{1}{\sigma-1}}$	$\max. V^{Z,S} = \left( \frac{1}{\alpha_2^2 z^2 \sigma} + \frac{1}{\alpha_3^2 s^2 \sigma} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ $s.t. p_2 z + p_3 s = p_{V_2} u_2 (=U_2)$ $z = \frac{\alpha_2^2 U_2}{p_2^{\frac{1}{\sigma}} \Delta_2}, s = \frac{\alpha_3^2 U_2}{p_3^{\frac{1}{\sigma}} \Delta_2}$ $p_{V_2} = [\Delta_2]^{\frac{1}{\sigma-1}}, V^{Z,S} = U_2 \Delta_2^{\frac{1}{\sigma-1}}$	$\max. z^* = \prod (x_H^m)^{\beta^m}$ $s.t. Z = \sum p^m x_H^m$ $z^* = Z \prod \left( \frac{\beta^m}{p^m} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$ $p_2 = \prod \left( \frac{\beta^m}{p^m} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$ $x_H^m = \frac{\beta^m Z}{p^m}$
$V$ : 効用水準 $p_{V_1}$ : 現在消費価格 $p_{V_2}$ : 将来消費価格 $T_0$ : 直接税 $K_m$ : 資本供給量 $u_1$ : 現在消費量 $u_2$ : 将来消費量 $\Omega$ : 総利用可能時間 $\sigma$ : 代替パラメータ $I_H$ : 家計所得 $\alpha_1^1$ : 現在消費パラメータ $\alpha_2^1$ : 将来消費パラメータ ただし、 $\alpha_1^1 + \alpha_2^1 = 1$ $\Delta_1 = \alpha_1^1 p_{V_1}^{(\sigma-1)} + \alpha_2^1 p_{V_2}^{(\sigma-1)}$	$V^{Z,S}$ : 効用水準 $p_2$ : 合成財価格 $p_3$ : 余暇消費価格 $z$ : 合成財消費量 $s$ : 余暇消費量 $\alpha_2^2$ : 合成財分配パラメータ $\alpha_3^2$ : 余暇分配パラメータ $U_2$ : 現在消費額 ただし、 $\alpha_2^2 + \alpha_3^2 = 1$ $\Delta_2 = \alpha_2^2 p_2^{(\sigma-1)} + \alpha_3^2 p_3^{(\sigma-1)}$	$z^*$ : 合成財消費水準 (合成財消費量) $Z$ : 合成財消費額 $p^m$ : 財価格 $x_H^m$ : 個別財消費量 $\beta^m$ : 消費割合 パラメータ ただし、 $\sum \beta^m = 1$

5.政策シミュレーション

(1)政策設定

化石燃料発電産業に課税した場合に得られる間接税収をバイオマス発電産業と運搬・収集産業に同等の割合で補助金として分配する。補助金を与えることにより運搬・収集のコストが下がりバイオマス発電産業の発電量が増加し普及が進むものと想定した。また、間接税率は家計の効用が最大となる点とする。

(2)シミュレーション結果

全国で政策を行った時の税率は5.8% (図5)で、CO<sub>2</sub>削減量は521万t (政策前66,127万t-政策後65,606万t)であった。また、全国と同様に地方別に行った。都市部 (関東・中部・近畿) では税率7.1%~7.7%で、地方部 (都市部を除いた地方) では税率は3.7%~4.5%となった (表3)。また、各地方で政策を行った場合の総CO<sub>2</sub>削減量は523万tとなり、全国モデルとほぼ同等となった。

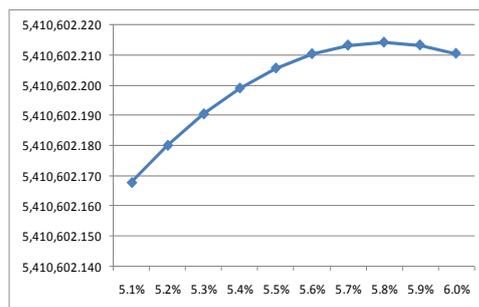


図5 全国の効用変化

表3 数値結果

	税率(%)
全国	5.8
北海道	4.1
東北	4.5
関東	7.7
中部	7.6
近畿	7.1
中国	3.8
四国	3.8
九州	3.7
沖縄	3.8
CO <sub>2</sub> 削減量(万tCO <sub>2</sub> )	
全国	521
各地方計	523

6.考察

シミュレーション結果より、都市部より地方部でのバイオマス発電の普及が期待できる。また、CO<sub>2</sub>削減量は京都議定書の削減目標の約7%を占めており、削減目標にも大いに貢献できると考える。また、バイオマス発電に用いられる燃料の4分の1を占めている家畜排せつ量は、北海道・九州で全国の20%以上を占めており、特にこれらの地域でバイオマス発電の普及が期待される。これらより、バイオマス発電を地方部で推進していくことにより、CO<sub>2</sub>削減にも貢献できる政策といえる。

[参考文献]

- 資源エネルギー庁: 資源エネルギー庁ホームページ <http://www.enecho.meti.go.jp>
- 総務省統計局: 統計局ホームページ <http://www.stat.go.jp/>
- 社団法人 日本エネルギー学会 「バイオマスハンドブック」
- 著者 西村和雄 東洋経済新報社 「ミクロ経済学」